

CLIPPEDIMAGE= JP02001148107A
PAT-NO: JP02001148107A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001148107 A
TITLE: RECORDING/REPRODUCING HEAD AND RECORDING/REPRODUCING DEVICE PROVIDED
THEREWITH

PUBN-DATE: May 29, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAKAKIMA, HIROSHI	N/A
ORUKAWA, MASAHIRO	
YOKOYAMA, KAZUO	N/A
HIRAMOTO, MASAYOSHI	N/A
	N/A
	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000189846
APPL-DATE: June 23, 2000

INT-CL (IPC): G11B005/39; G11B005/31 ; G11B005/65 ; G11B005/66 ; G11B011/10
; G11B011/105

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize ultra-high density recording of 100 Gb/inch² class.

SOLUTION: This magnetic head, which is used for recording/reproducing a signal recorded on a recording medium, is provided with a substrate, a magnetic head core having a magnetic gap on the substrate and a magnetoresistive element on the magnetic head core, so that the film thickness direction of the magnetic head core around the magnetic gap is made to be the same as the track width direction of the recording medium. A winding wire for surrounding at least a part of the magnetic head core is also provided in this magnetic head, so that the signal is recorded on the recording medium by generating a magnetic field by the winding wire. The magnetoresistive element is provided with an electrical insulation layer on the magnetic head core side and a pin layer on the opposite side of the electrical insulation layer. The magnetic head core is provided with a soft magnetic layer, at least at the position corresponding to the electric insulation layer so that the soft magnetic layer is shared as a free layer of the magnetoresistive element.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-148107

(P2001-148107A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 0 6

5/31

5/31

K 5 D 0 3 3

D 5 D 0 3 4

Z 5 D 0 7 5

5/65

5/65

審査請求 有 請求項の数63 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-189846(P2000-189846)

(22) 出願日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(31) 優先権主張番号 特願平11-177911

(32) 優先日 平成11年6月24日 (1999.6.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-254417

(32) 優先日 平成11年9月8日 (1999.9.8)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 榎間 博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 尾留川 正博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

最終頁に続く

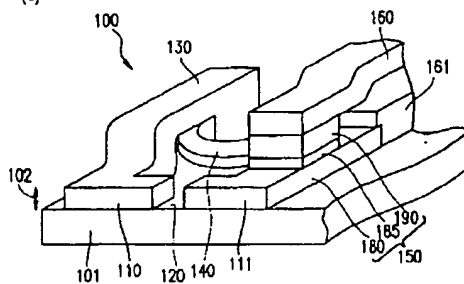
(54) 【発明の名称】 記録再生ヘッドおよびそれを備えた記録再生装置

(57) 【要約】

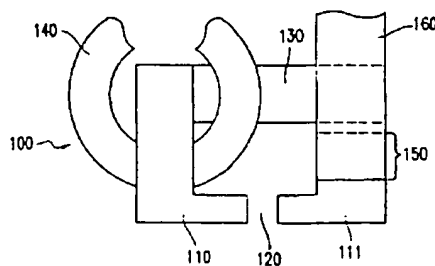
【課題】 100Gb/inch²級の超高密度記録を実現する。

【解決手段】 本発明の磁気ヘッドは、記録媒体に記録された信号を記録再生する磁気ヘッドであって、基板と、基板上に設けられた磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、磁気ヘッドコア上に設けられた磁気抵抗効果素子とを備え、磁気ヘッドコアは、磁気ヘッドコアの磁気ギャップ周囲の膜厚方向と記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられる。また、磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線を備え、巻き線が磁場を発生することにより記録媒体に信号が記録される。更に、本発明の磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子が、磁気ヘッドコア上に設けられた絶縁層と、絶縁層に対して磁気ヘッドコアの反対側に設けられたピン層とを備え、磁気ヘッドコアは少なくとも絶縁層と対応する位置に軟磁性層を備え、軟磁性層は磁気抵抗効果素子のフリー層として共有される。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に記録された信号を再生する磁気ヘッドであって、
基板と、
該基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、
該磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、
該磁気ヘッドコアは、該磁気ヘッドコアの該磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、該記録媒体のトラック幅方向とが 10
同じ方向となるように設けられる、磁気ヘッド。
【請求項2】 前記磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備える、請求項1に記載の磁気ヘッド。
【請求項3】 前記第2の磁気抵抗効果素子は、前記磁気ギャップに対して、前記第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられる、請求項2に記載の磁気ヘッド。
【請求項4】 前記磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線を更に備え、該巻き線が磁場を発生することにより前記記録媒体に信号を記録する、請求項1に記載の磁気ヘッド。 20
【請求項5】 前記第1の磁気抵抗効果素子が、前記磁気ヘッドコア上に設けられた第1の絶縁層と、
該第1の絶縁層に対して該磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しない第1のピン層と、を備え、
該磁気ヘッドコアは、少なくとも該第1の絶縁層と対応する位置に第1の軟磁性層を備え、該第1の軟磁性層は、該第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第1のフリー層として用いられる、請求項1に記載の磁気 30
ヘッド。
【請求項6】 前記第2の磁気抵抗効果素子が、前記磁気ヘッドコア上に設けられた第2の絶縁層と、
該第2の絶縁層に対して該磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しない第2のピン層と、を備え、
該磁気ヘッドコアは、少なくとも該第2の絶縁層と対応する位置に第2の軟磁性層を備え、該第2の軟磁性層は、該第2の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第2のフリー層として用いられる、請求項2に記載の磁気 40
ヘッド。
【請求項7】 前記第1の軟磁性層と前記第2の軟磁性層とが同一の軟磁性層である、請求項6に記載の磁気ヘッド。
【請求項8】 前記磁気ヘッドギャップ近傍の前記記録媒体の領域を加熱するレーザー光集光部を更に備えた、請求項1または2に記載の磁気ヘッド。
【請求項9】 前記基板が前記レーザー光集光部である請求項8に記載の磁気ヘッド。
【請求項10】 前記レーザー光集光部が回折光学素子 50

を備える請求項8に記載の磁気ヘッド。

【請求項11】 前記回折光学素子がフレネルレンズである請求項10に記載の磁気ヘッド。

【請求項12】 前記磁気ヘッドコアは、少なくともNiFe(-Co)、CoFe、CoFeBおよびCoNbZrの何れかからなる、請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項13】 前記第1のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなる、請求項5に記載の磁気ヘッド。

【請求項14】 前記第2のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなる、請求項6に記載の磁気ヘッド。

【請求項15】 請求項1または2に記載の磁気ヘッドと、
第1の磁性層が設けられた前記記録媒体と、を備えた、記録再生装置。

【請求項16】 前記第1の磁性層が補償温度とキュリー温度とを有する、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項17】 前記補償温度が室温から約100℃の間であり、前記キュリー温度が約200℃から約300℃の間である請求項16に記載の記録再生装置。

【請求項18】 前記第1の磁性層が、記録用の第2の磁性層と再生用の第3の磁性層とを有する請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項19】 前記記録媒体が、磁氣的に互いに隔離された微細磁性膜ドットを備える、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項20】 前記記録媒体が垂直磁気記憶媒体である、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項21】 前記記録媒体がディスクである、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項22】 前記記録媒体がテープである、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項23】 前記基板を支持する支持手段を駆動する第1の駆動手段と、
該基板上に設けられ、該磁気ヘッドを微駆動する第2の駆動手段と、を備える、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項24】 前記第2の駆動手段が薄膜で構成され、該薄膜の厚み方向の変位により前記磁気ヘッドを微駆動する、請求項23に記載の記録再生装置。

【請求項25】 前記第2の駆動手段が、圧電方式、静電方式または電磁方式の何れかにより駆動される、請求項23に記載の記録再生装置。

【請求項26】 複数の前記磁気ヘッドを備え、複数の該磁気ヘッドを前記第1の駆動手段により同時に駆動する、請求項23に記載の記録再生装置。

【請求項27】 前記第1の磁性層は、少なくともCoCr、CoPt、CoCrPt、CoCrTa、CoT

aCrPt、FePt、TbFe、TbFeCoおよびGdFeCoの何れかからなる、請求項15に記載の記録再生装置。

【請求項28】 前記第2の磁性層は、TbFeまたはTbFeCoからなり、前記第3の磁性層は、GdFeCoからなる、請求項18に記載の記録再生装置。

【請求項29】 記録媒体に記録された信号を再生する磁気ヘッドであって、

基板と、

該基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、

該磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、

該第1の磁気抵抗効果素子が、

前記磁気ヘッドコア上に設けられた第1の絶縁層と、

該第1の絶縁層に対して該磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しない第1のピン層と、を備え、

該磁気ヘッドコアは、少なくとも該第1の絶縁層と対応する位置に第1の軟磁性層を備え、該第1の軟磁性層は、該第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第1のフリー層として用いられる、磁気ヘッド。

【請求項30】 前記磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備え、

該第2の磁気抵抗効果素子が、

前記磁気ヘッドコア上に設けられた第2の絶縁層と、

該第2の絶縁層に対して該磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しない第2のピン層と、を備え、

該磁気ヘッドコアは、少なくとも該第2の絶縁層と対応する位置に第2の軟磁性層を備え、該第2の軟磁性層は、該第2の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第2のフリー層として用いられる、請求項29に記載の磁気ヘッド。

【請求項31】 前記第2の磁気抵抗効果素子は、前記磁気ギャップに対して、前記第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられる、請求項30に記載の磁気ヘッド。

【請求項32】 前記第1の軟磁性層と前記第2の軟磁性層とが同一の軟磁性層である、請求項30に記載の磁気ヘッド。

【請求項33】 前記磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線を更に備え、該巻き線が磁場を発生することにより前記記録媒体に信号を記録する、請求項29に記載の磁気ヘッド。

【請求項34】 前記磁気ヘッドギャップ近傍の前記記録媒体の領域を加熱するレーザー光集光部を更に備えた、請求項29または30に記載の磁気ヘッド。

【請求項35】 前記基板が前記レーザー光集光部である請求項34に記載の磁気ヘッド。

【請求項36】 前記レーザー光集光部が回折光学素子を備える請求項34に記載の磁気ヘッド。

【請求項37】 前記回折光学素子がフレネルレンズである請求項36に記載の磁気ヘッド。

【請求項38】 前記磁気ヘッドコアは、少なくともNiFe(-Co)、CoFe、CoFeBおよびCoNbZrの何れかからなる、請求項29に記載の磁気ヘッド。

【請求項39】 前記第1のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなる、請求項29に記載の磁気ヘッド。

【請求項40】 前記第2のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなる、請求項30に記載の磁気ヘッド。

【請求項41】 請求項29または30に記載の磁気ヘッドと、

第1の磁性層が設けられた前記記録媒体と、を備えた、記録再生装置。

【請求項42】 前記第1の磁性層が補償温度とキュリー温度とを有する、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項43】 前記補償温度が室温から約100℃の間であり、前記キュリー温度が約200℃から約300℃の間である請求項42に記載の記録再生装置。

【請求項44】 前記第1の磁性層が、記録用の第2の磁性層と再生用の第3の磁性層とを有する請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項45】 前記記録媒体が、磁気的に互いに隔離された微細磁性膜ドットを備える、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項46】 前記記録媒体が垂直磁気記憶媒体である、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項47】 前記記録媒体がディスクである、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項48】 前記記録媒体がテープである、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項49】 前記基板を支持する支持手段を駆動する第1の駆動手段と、

該基板上に設けられ、該磁気ヘッドを微駆動する第2の駆動手段と、を備える、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項50】 前記第2の駆動手段が薄膜で構成され、該薄膜の厚み方向の変位により前記磁気ヘッドを微駆動する、請求項49に記載の記録再生装置。

【請求項51】 前記第2の駆動手段が、圧電方式、静電方式または電磁方式の何れかにより駆動される、請求項49に記載の記録再生装置。

【請求項52】 複数の前記磁気ヘッドを備え、複数の該磁気ヘッドを前記第1の駆動手段により同時に駆動する、請求項49に記載の記録再生装置。

【請求項53】 前記第1の磁性層は、少なくともCo

Cr、CoPt、CoCrPt、CoCrTa、CoTaCrPt、FePt、TbFe、TbFeCoおよびGdFeCoの何れかからなる、請求項41に記載の記録再生装置。

【請求項54】 前記第2の磁性層は、TbFeまたはTbFeCoからなり、前記第3の磁性層は、GdFeCoからなる、請求項44に記載の記録再生装置。

【請求項55】 記録媒体に信号を記録する磁気ヘッドであって、

基板と、

該基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、

該磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、

該巻き線が磁場を発生することにより該記録媒体に信号を記録する磁気ヘッドであって、

該磁気ヘッドコアは、該磁気ヘッドコアの該磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、該記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられる、磁気ヘッド。

【請求項56】 記録媒体に信号を記録する第1の磁気ヘッドと、該記録媒体に記録された信号を再生する第2の磁気ヘッドと、を備えた記録再生装置であって、

該第1の磁気ヘッドが、

第1の基板と、

該第1の基板上に設けられた、第1の磁気ギャップを有する第1の磁気ヘッドコアと、

該第1の磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、

該第1の磁気ヘッドコアは、該第1の磁気ヘッドコアの該第1の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、該記録媒体の

トラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、

該第2の磁気ヘッドが、

第2の基板と、

該第2の基板上に設けられた、第2の磁気ギャップを有する第2の磁気ヘッドコアと、

該第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、

該第2の磁気ヘッドコアは、該第2の磁気ヘッドコアの該第2の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、該記録媒体の

トラック幅方向とが同じ方向となるように設けられる、

記録再生装置。

【請求項57】 前記第1の基板と前記第2の基板とが同一の基板である、請求項56に記載の記録再生装置。

【請求項58】 前記第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備える、請求項56に記載の記録再生装置。

【請求項59】 前記第2の磁気抵抗効果素子は、前記第2の磁気ギャップに対して、前記第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられる、請求項58に記載の記録再生装置。

【請求項60】 記録媒体に信号を記録する第1の磁気ヘッドと、該記録媒体に記録された信号を再生する第2の磁気ヘッドと、を備えた記録再生装置であって、

該第1の磁気ヘッドが、

第1の基板と、

該第1の基板上に設けられた、第1の磁気ギャップを有する第1の磁気ヘッドコアと、

該第1の磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、

該第1の磁気ヘッドコアは、該第1の磁気ヘッドコアの該第1の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、該記録媒体の

トラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、

該第2の磁気ヘッドが、

第2の基板と、

該第2の基板上に設けられた、第2の磁気ギャップを有する第2の磁気ヘッドコアと、

該第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、

該第1の磁気抵抗効果素子が、

該第2の磁気ヘッドコア上に設けられた絶縁層と、

該絶縁層に対して該第2の磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しないピン層と、を備え、

該第2の磁気ヘッドコアは、少なくとも該絶縁層と対応する位置に軟磁性層を備え、該軟磁性層は、該第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転するフリー層として用いられる、記録再生装置。

【請求項61】 前記第1の基板と前記第2の基板とが同一の基板である、請求項60に記載の記録再生装置。

【請求項62】 前記第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備える、請求項60に記載の記録再生装置。

【請求項63】 前記第2の磁気抵抗効果素子は、前記第2の磁気ギャップに対して、前記第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられる、請求項62に記載の記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録・再生ヘッドおよびその記録・再生ヘッドを備えた記録再生装置に関し、より詳細には従来のハードディスクや光磁気ディスク装置を凌駕する高密度記録を可能とする記録・再生ヘッド、記録再生装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】情報信号の高密度記録法としては、図11に示すようなハードディスク(HDD)1000や図12に示すような光磁気ディスク(MO)装置2000があり、これらの記録・再生ヘッドには磁気ヘッド1019や光磁気ヘッド2020が使用されている。

【0003】しかし、図11に示されるような磁気ヘッド1019を用いて、40Gb/inch²を越えるよ

うな高密度記録および再生を実現しようとした場合、再生については、シールド1015の間におかれたGMR素子1014の使用である程度見通しを立てることができる。しかし、図11に示されるようにGMR素子1014が前面に出る構成では、GMR素子1014の摩耗やノイズが発生するという問題が生じる。また、GMR素子1014の代わりにトンネル型GMR (TMR) 素子を用いた場合は、ショートの問題が生じる。この問題はヨーク型と呼ばれるヘッド構成(図示せず)により回避されるが、従来のヨーク型のヘッド構成では、GMR素子1014(またはTMR素子)とヨークとの間に絶縁膜等のギャップが必要のため、再生出力が低下するという問題が生じる。また、記録については、磁気ヘッド1019の膜厚を数 μm に維持しつつトラック幅をサブ μm オーダー($<0.3\mu\text{m}$)に小さくする必要があり、アスペクト比が異常に大きくなり加工が極めて困難となる。また、将来的には、記録媒体の記録ビット長が50nm以下となることが予想され、この場合、熱揺らぎを考慮すると、記録媒体1016として面内記録媒体を用いる場合は、記録媒体1016の保磁力を極めて大きくする必要が生ずる。この記録媒体を磁化する磁気ヘッド1019の記録磁極1017には飽和磁化が2.5T(テスラ)を越える磁性膜が要求されるが、現在これを可能とするものが無い。

【0004】一方、図12の光磁気ヘッド2020の場合は集光レンズ2018で集光したレーザー光により記録媒体2016を磁化反転がしやすい温度に上げて記録を行う。また、レーザーの波長より細かな記録をするために、磁気ヘッド2019を使用した磁界変調技術が用いられている。

【0005】図12の光磁気ヘッド2020は、上記のような構成とすることでHDD並の密度の記録が可能となる。しかし、再生についてはレーザー光の波長程度に記録ビットを拡大して読む工夫が必要となり、様々な提案がなされているが実用化には未だ課題を残している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、図13に示すような新しい記録再生装置が提案されている。図13に示す記録再生装置3000では、記録はMOの光磁気ヘッド2020、再生はHDDのGMRヘッド3019と別々のヘッドを用い、記録媒体には光磁気ディスク用の記録媒体2016を用いる方法である。

【0007】一方、図14に示す記録再生装置4000では、HDD用の磁気ヘッド1019を用い、レーザー光を磁気ヘッド1019に対して記録媒体4016の反対側から照射して、記録時の磁化反転を容易にしたり、再生時の読み取りを容易にしようとするものである。

【0008】しかしながら、図13に示す記録再生装置3000の場合は、記録用と再生用の2つのヘッド部が必要であり、記録・再生が別々のヘッドで行われるとい

う欠点がある。また、図14に示す記録再生装置4000の場合は、記録媒体上の磁気ヘッド1019により記録される領域とレーザー光照射領域とを一致させるための、高密度記録になればなるほど技術的に困難となるサーボ技術が必要である欠点がある。更にこの場合は上述したようにHDDの記録ヘッドのトラック幅加工が大きな課題となる。また、記録再生装置3000および4000ともに、記録媒体の上下に磁気ヘッドとレーザー照射手段とを必要とする構成となる。従って、HDDのようにヘッドをディスク上下に配置してディスク上下両面を記録媒体として使用することが不可能なことで省スペース化において不利となる欠点がある。

【0009】また、記録・再生を行う際は、記録媒体の所望の位置に磁気ヘッドを移動させる必要があり、上述のような問題点の他に、高密度記録になればなるほど従来の記録再生装置における一段の磁気ヘッド駆動部のみではサーボトラッキングが困難となる問題がある。

【0010】本発明は上記のような問題を鑑みてなされたものであり、100Gb/inch²級の超高密度記録を実現し、また、このような高密度記録においても精度の高いトラッキング性能を有する磁気ヘッド駆動部を備えた記録再生装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気ヘッドは、記録媒体に記録された信号を再生する磁気ヘッドであって、基板と、基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、磁気ヘッドコアは、磁気ヘッドコアの磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0012】磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備えてもよい。

【0013】第2の磁気抵抗効果素子は、磁気ギャップに対して、第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられてもよい。

【0014】磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線を更に備え、巻き線が磁場を発生することにより記録媒体に信号を記録してもよい。

【0015】第1の磁気抵抗効果素子が、磁気ヘッドコア上に設けられた第1の絶縁層と、第1の絶縁層に対して磁気ヘッドコアの反対側に設けられた容易に磁化回転しない第1のピン層と、を備え、磁気ヘッドコアは、少なくとも第1の絶縁層と対応する位置に第1の軟磁性層を備え、第1の軟磁性層は、第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第1のフリー層として用いられてもよい。

【0016】第2の磁気抵抗効果素子が、磁気ヘッドコア上に設けられた第2の絶縁層と、第2の絶縁層に対して磁気ヘッドコアの反対側に設けられた容易に磁化回転

しない第2のピン層と、を備え、磁気ヘッドコアは、少なくとも第2の絶縁層と対応する位置に第2の軟磁性層を備え、第2の軟磁性層は、第2の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第2のフリー層として用いられてもよい。

【0017】第1の軟磁性層と第2の軟磁性層とが同一の軟磁性層であってもよい。

【0018】磁気ヘッドギャップ近傍の記録媒体の領域を加熱するレーザー光集光部を更に備えてもよい。

【0019】基板がレーザー光集光部であってもよい。

【0020】レーザー光集光部が回折光学素子を備えてもよい。

【0021】回折光学素子がフレネルレンズであってもよい。

【0022】磁気ヘッドコアは、少なくともNiFe(-Co)、CoFe、CoFeBおよびCoNbZrの何れかからなってもよい。

【0023】第1のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなってもよい。

【0024】第2のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなってもよい。

【0025】本発明の記録再生装置は、上記に記載の磁気ヘッドと、第1の磁性層が設けられた記録媒体と、を備え、そのことにより上記目的が達成される。

【0026】第1の磁性層が補償温度とキュリー温度とを有してもよい。

【0027】補償温度が室温から約100℃の間であり、キュリー温度が約200℃から約300℃の間であってもよい。

【0028】第1の磁性層が、記録用の第2の磁性層と再生用の第3の磁性層とを有してもよい。

【0029】記録媒体が、磁氣的に互いに隔離された微細磁性膜ドットを備えてもよい。

【0030】記録媒体が垂直磁気記憶媒体であってもよい。

【0031】記録媒体がディスクであってもよい。

【0032】記録媒体がテープであってもよい。

【0033】基板を支持する支持手段を駆動する第1の駆動手段と、基板上に設けられ、磁気ヘッドを微駆動する第2の駆動手段と、を備えてもよい。

【0034】第2の駆動手段が薄膜で構成され、薄膜の厚み方向の変位により磁気ヘッドを微駆動してもよい。

【0035】第2の駆動手段が、圧電方式、静電方式または電磁方式の何れかにより駆動されてもよい。

【0036】複数の磁気ヘッドを備え、複数の磁気ヘッドを第1の駆動手段により同時に駆動してもよい。

【0037】第1の磁性層は、少なくともCoCr、CoPt、CoCrPt、CoCrTa、CoTaCrP

t、FePt、TbFe、TbFeCoおよびGdFeCoの何れかからなってもよい。

【0038】第2の磁性層は、TbFeまたはTbFeCoからなり、第3の磁性層は、GdFeCoからなってもよい。

【0039】本発明の磁気ヘッドは、記録媒体に記録された信号を再生する磁気ヘッドであって、基板と、基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、第1の磁気抵抗効果素子が、磁気ヘッドコア上に設けられた第1の絶縁層と、第1の絶縁層に対して磁気ヘッドコアの反対側に設けられた容易に磁化回転しない第1のピン層と、を備え、磁気ヘッドコアは、少なくとも第1の絶縁層と対応する位置に第1の軟磁性層を備え、第1の軟磁性層は、第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第1のフリー層として用いられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0040】磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備え、第2の磁気抵抗効果素子が、磁気ヘッドコア上に設けられた第2の絶縁層と、第2の絶縁層に対して磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しない第2のピン層と、を備え、磁気ヘッドコアは、少なくとも第2の絶縁層と対応する位置に第2の軟磁性層を備え、第2の軟磁性層は、第2の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転する第2のフリー層として用いられてもよい。

【0041】第2の磁気抵抗効果素子は、磁気ギャップに対して、第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられてもよい。

【0042】第1の軟磁性層と第2の軟磁性層とが同一の軟磁性層であってもよい。

【0043】磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線に更に備え、巻き線が磁場を発生することにより記録媒体に信号を記録してもよい。

【0044】磁気ヘッドギャップ近傍の記録媒体の領域を加熱するレーザー光集光部を更に備えてもよい。

【0045】基板がレーザー光集光部であってもよい。

【0046】レーザー光集光部が回折光学素子を備えてもよい。

【0047】回折光学素子がフレネルレンズであってもよい。

【0048】磁気ヘッドコアは、少なくともNiFe(-Co)、CoFe、CoFeBおよびCoNbZrの何れかからなってもよい。

【0049】第1のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなってもよい。

【0050】第2のピン層は、PtMn、IrMnまたはNiMnによりピンニングされたCoまたはCoFeからなってもよい。

【0051】本発明の記録再生装置は、上記に記載の磁気ヘッドと、第1の磁性層が設けられた記録媒体と、を備え、そのことにより上記目的が達成される。

【0052】第1の磁性層が補償温度とキュリー温度とを有してもよい。

【0053】補償温度が室温から約100℃の間であり、キュリー温度が約200℃から約300℃の間であってもよい。

【0054】第1の磁性層が、記録用の第2の磁性層と再生用の第3の磁性層とを有してもよい。

【0055】記録媒体が、磁氣的に互いに隔離された微細磁性膜ドットを備えてもよい。

【0056】記録媒体が垂直磁気記憶媒体であってもよい。

【0057】記録媒体がディスクであってもよい。

【0058】記録媒体がテープであってもよい。

【0059】基板を支持する支持手段を駆動する第1の駆動手段と、基板上に設けられ、磁気ヘッドを微駆動する第2の駆動手段と、を備えてもよい。

【0060】第2の駆動手段が薄膜で構成され、薄膜の厚み方向の変位により磁気ヘッドを微駆動してもよい。

【0061】第2の駆動手段が、圧電方式、静電方式または電磁方式の何れかにより駆動されてもよい。

【0062】複数の磁気ヘッドを備え、複数の磁気ヘッドを第1の駆動手段により同時に駆動してもよい。

【0063】第1の磁性層は、少なくともCoCr、CoPt、CoCrPt、CoCrTa、CoTaCrPt、FePt、TbFe、TbFeCoおよびGdFeCoの何れかからなってもよい。

【0064】第2の磁性層は、TbFeまたはTbFeCoからなり、第3の磁性層は、GdFeCoからなってもよい。

【0065】本発明の磁気ヘッドは、記録媒体に信号を記録する磁気ヘッドであって、基板と、基板上に設けられた、磁気ギャップを有する磁気ヘッドコアと、磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、巻き線が磁場を発生することにより記録媒体に信号を記録する磁気ヘッドであって、磁気ヘッドコアは、磁気ヘッドコアの磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0066】本発明の記録再生装置は、記録媒体に信号を記録する第1の磁気ヘッドと、記録媒体に記録された信号を再生する第2の磁気ヘッドと、を備えた記録再生装置であって、第1の磁気ヘッドが、第1の基板と、第1の基板上に設けられた、第1の磁気ギャップを有する第1の磁気ヘッドコアと、第1の磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、第1の磁気ヘッドコアは、第1の磁気ヘッドコアの第1の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、記録媒体のトラック

幅方向とが同じ方向となるように設けられ、第2の磁気ヘッドが、第2の基板と、第2の基板上に設けられた、第2の磁気ギャップを有する第2の磁気ヘッドコアと、第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、第2の磁気ヘッドコアは、第2の磁気ヘッドコアの第2の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0067】第1の基板と第2の基板とが同一の基板であってもよい。

【0068】第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備えてもよい。

【0069】第2の磁気抵抗効果素子は、第2の磁気ギャップに対して、第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられてもよい。

【0070】本発明の記録再生装置は、記録媒体に信号を記録する第1の磁気ヘッドと、記録媒体に記録された信号を再生する第2の磁気ヘッドと、を備えた記録再生装置であって、第1の磁気ヘッドが、第1の基板と、第1の基板上に設けられた、第1の磁気ギャップを有する第1の磁気ヘッドコアと、第1の磁気ヘッドコアの少なくとも一部を囲むように設けられた巻き線と、を備え、第1の磁気ヘッドコアは、第1の磁気ヘッドコアの第1の磁気ギャップ周囲の膜厚方向と、記録媒体のトラック幅方向とが同じ方向となるように設けられ、第2の磁気ヘッドが、第2の基板と、第2の基板上に設けられた、第2の磁気ギャップを有する第2の磁気ヘッドコアと、第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第1の磁気抵抗効果素子と、を備え、第1の磁気抵抗効果素子が、第2の磁気ヘッドコア上に設けられた絶縁層と、絶縁層に対して第2の磁気ヘッドコアの反対側に設けられた、容易に磁化回転しないピン層と、を備え、第2の磁気ヘッドコアは、少なくとも絶縁層と対応する位置に軟磁性層を備え、軟磁性層は、第1の磁気抵抗効果素子の容易に磁化回転するフリー層として用いられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0071】第1の基板と第2の基板とが同一の基板であってもよい。

【0072】第2の磁気ヘッドコア上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子を更に備えてもよい。

【0073】第2の磁気抵抗効果素子は、第2の磁気ギャップに対して、第1の磁気抵抗効果素子と対称の位置に設けられてもよい。

【0074】上述のように、本発明の信号の記録・再生に用いられる磁気ヘッドにおいて、磁気ヘッドコアを構成する軟磁性膜の膜厚方向を記録媒体のトラック幅方向と同じにすることにより、従来では困難であった磁気ヘッドにおける0.1μm以下のトラック幅加工も容易に実現することができる。

【0075】更に、磁気ヘッドコアを構成する軟磁性膜

を、磁気ヘッドコアおよび磁気抵抗効果素子のフリー層として共有し、かつ磁気ヘッドコアをギャップ部を除いて閉磁路とすることにより、磁気抵抗効果素子のフリー層へ効率よく信号磁束を導くことが可能となる。

【0076】本発明において記録媒体として用いられる磁性膜は、補償温度とキュリー温度を有する。記録時はレーザー光を記録媒体に照射して磁性膜が磁化反転しやすい温度に上げて磁気ヘッドで記録する。この場合、レーザー光が照射されない室温では保磁力が大きく、レーザー光の照射により温度が上昇すると保磁力が低下する磁性膜を用いることが望ましい。

【0077】再生は磁気抵抗効果素子を用いて行うが、必要であれば、再生時にもレーザー光を照射して磁気抵抗効果素子による読み取りを行う。この場合は、レーザー光の照射により温度が上昇すると磁化が増加して記録媒体からの漏れ磁界が大きくなる磁性膜を用いることが望ましい。

【0078】また、上記のようなレーザー光を用いた記録・再生方法の他に、記録媒体として垂直記録媒体を用いても良い。この場合は、面内記録媒体にくらべて記録ヘッドに要求される飽和磁化を下げることができ、必ずしも上記のようなレーザー光の補助は必要ではなくなる。

【0079】また本発明では、上述のサーボトラッキングの課題を解決するために、磁気ヘッドの構成面に、磁気ヘッドを微動させる副駆動手段を設けている。副駆動手段は薄膜で構成され、その厚み方向のたわみを利用して磁気ヘッドを微動させることができる。この副駆動手段は、圧電方式、静電方式または電磁方式のいずれかで構成されることが望ましい。このようにして磁気ヘッドをサーボトラッキングする主駆動手段の他に、磁気ヘッドの構成面に、これを微動させる副駆動手段を設けることにより、精度の高いトラッキング性能を有する磁気ヘッド駆動部を実現することができる。

【0080】さらにこの副駆動手段を設けた磁気ヘッドを複数個備え、この複数の磁気ヘッドをトラッキングの主駆動手段により同時に駆動しても良い。

【0081】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1に、本発明の実施の形態1における磁気ヘッド100を示す。図1(a)は、磁気ヘッド100の斜視図であり、図1(b)は、磁気ヘッド100の上面図である。磁気ヘッド100は、基板101上に設けられた磁気ギャップ120を有する磁気ヘッドコア130と、磁気ヘッドコア130に磁場を発生し、記録媒体116（図5）に信号を書き込むために設けられた巻き線部140と、記録媒体116からの磁束を読み取るべく設けられた磁気抵抗効果素子150とを備える。

【0082】記録媒体116への記録は、記録する信号に応じた磁場を巻き線部140により磁気ヘッドコア1

30内に発生させ、この磁場を記録媒体116の磁性層117（図5）に印加させることにより行われる。

【0083】再生時は、記録媒体116の磁性層117からの磁束が、磁気ギャップ120から磁気ヘッドコア130の一部を構成する軟磁性膜110および111を通り、磁気抵抗効果素子150へと導かれる。軟磁性膜110および111は、その膜厚方向102が記録媒体116のトラック幅方向112と同一となるように基板101上に成膜されている。

【0084】図1に示される磁気抵抗効果素子150は、トンネル型磁気抵抗効果（TMR）素子である。磁気抵抗効果素子150は、容易に磁化回転する磁性膜より成るフリー層180と、容易に磁化回転しない磁性膜より成るピン層190と、フリー層180とピン層190とを隔離するために設けられた絶縁層185とを有する。磁気ヘッド100は、磁気抵抗効果素子150に電流を流すためのリード線部160および161を備えている。

【0085】本実施の形態の磁気ヘッド100では、磁気ヘッドコア130を構成する軟磁性膜111を磁気抵抗効果素子150のフリー層180の領域として共有する構造となっている。このように図1に示される磁気抵抗効果素子150はTMR素子構造であるが、磁気抵抗効果素子150を絶縁層185の代わりに導電性の金属膜から成るGMR素子構造としても、本実施の形態の磁気ヘッド100は実施可能である。

【0086】図1に示す磁気抵抗効果素子150では、絶縁層185によりなされ、軟磁性膜111をフリー層180の領域として共有する構造となっているため、磁気抵抗効果素子150が記録媒体116からの磁束を感知する効率を向上させることができる。また、一般的には、金属GMR素子構造よりはTMR素子構造の方が大きな磁気抵抗変化を示すため、磁気抵抗効果素子150の出力も大きくすることができる。更に、磁気ヘッドコア130をギャップ部を除いて閉磁路とすることにより、磁気抵抗効果素子150のフリー層180へ効率よく信号磁束を導くことができる。

【0087】また、本実施の形態の磁気ヘッド100において、磁気ヘッドコア130の一部を構成する軟磁性膜110および111は、その膜厚方向102が記録媒体116のトラック幅方向112と同一となるように基板101上に成膜されている。このように、軟磁性膜110および111の膜厚方向を記録媒体のトラック幅方向と同じにすることにより、従来では困難であった、トラック幅が0.1μm以下となる磁気ヘッドの加工も容易に実現することができる。

【0088】磁気ヘッドコア130を形成する軟磁性膜110、111およびフリー層180は、Ni-richのNiFe(-Co)またはCoFe合金膜、CoFeBおよびCoNbZr等のアモルファス合金膜、ある

いはこれらの合金膜の積層膜で構成されることが望ましい。特にフリー層180においては絶縁層185との界面には大きなMR比(磁気抵抗抵抗変化率)が得られるCoFeやNiFeを用いることが望ましい。絶縁層185にはAl₂O₃を用いることが望ましい。ピン層190には保磁力の大きな磁性膜やCo、CoFe等の金属膜をT(Pt、Ir、Ni、Pd、Rh、Ru、Cr)-Mn系の合金、例えばPtMn、IrMn、NiMn等の反強磁性膜でピンニングした材料を用いることが望ましい。

【0089】(実施の形態2)図2に、本発明の実施の形態2における磁気ヘッド200および磁気ヘッド300を示す。図2は、磁気ヘッド200および磁気ヘッド300の斜視図である。

【0090】上述の実施の形態1の磁気ヘッド100では、記録と再生を同一のヘッドで兼用する構造となっている。一方、本実施の形態では、図2に示すように、巻き線240を有する記録用の磁気ヘッド200と、磁気抵抗効果素子250を有する再生用の磁気ヘッド300とを別々に基板201上に設けた構造となっている。

【0091】磁気ヘッド200は、基板201上に設けられた磁気ギャップ220を有する磁気ヘッドコア230と、磁気ヘッドコア230に磁束を発生し、記録媒体116(図5)に信号を書き込むために設けられた巻き線240とを備えている。

【0092】磁気ヘッド300は、基板201上に設けられた磁気ギャップ221を有する磁気ヘッドコア231と、記録媒体116からの磁束を読み取るべく設けられた磁気抵抗効果素子250とを備えている。

【0093】記録媒体116への記録は、記録する信号に応じた磁場を巻き線部240により磁気ヘッドコア230内に発生させ、この磁場を記録媒体116の磁性層117に印加させることにより行われる。

【0094】再生時は、記録媒体116の磁性層117からの磁束が、磁気ギャップ221から磁気ヘッドコア231の一部を構成する軟磁性膜213および214を通り、磁気抵抗効果素子250へと導かれる。

【0095】磁気抵抗効果素子250は、容易に磁化回転する磁性膜より成るフリー層280と、容易に磁化回転しない磁性膜より成るピン層290と、フリー層280とピン層290とを隔離するために設けられた絶縁層285とを有する。磁気ヘッド300は、磁気抵抗効果素子250に電流を流すためのリード線部260および261を備えている。

【0096】上述の実施の形態1と同様に、本実施の形態の磁気ヘッド300では、磁気ヘッドコア231を構成する軟磁性膜214を磁気抵抗効果素子250のフリー層280の領域として共有する構造となっている。また、磁気ヘッド200の軟磁性膜210および211、磁気ヘッド300の軟磁性膜213および214は、そ

の膜厚方向202が記録媒体116のトラック幅方向112(図5)と同一となるように基板201上に成膜されている。

【0097】本実施の形態では、記録用の磁気ヘッド200と、再生用の磁気ヘッド300とを別々に基板201上に設けた構造となっているので、磁気ヘッド200と磁気ヘッド300とで、各構成要素のサイズを変更することができる。例えば、膜厚方向202について、記録用の磁気ヘッド200の磁気ヘッドコア230の膜厚を厚くし、再生用の磁気ヘッド300の磁気ヘッドコア231の膜厚を薄くすることができる。また、磁気ギャップ220の間隔および磁気ギャップ221の間隔のそれぞれの長さを変更することも可能である。各構成要素をより好ましいサイズに変更することにより、更なる記録再生特性の向上を図っても良い。

【0098】また、磁気ヘッド200および300は互いに同一の基板上に設けられる必要はなく、それぞれ別々の基板上に設けられていても良い。

【0099】(実施の形態3)図3に、本発明の実施の形態3における磁気ヘッド400を示す。図3は、磁気ヘッド400の斜視図である。

【0100】磁気ヘッド400は、基板201上に設けられた磁気ギャップ321を有する磁気ヘッドコア331と、磁気抵抗効果素子350とを備えている。磁気ヘッドコア331の一部は軟磁性膜313および314で構成されている。磁気抵抗効果素子350は、フリー層380と、ピン層290と、フリー層280とピン層290とを隔離するために設けられた絶縁層285とを有する。その他の構成は、実施の形態2における磁気ヘッド300と同一である。

【0101】本実施の形態では、磁気ヘッドコア331の磁気抵抗効果素子350のフリー層380として共有される領域およびその周囲が、磁気ヘッドコア331のその他の部分よりも膜厚が薄くなっている。このため、磁気ヘッドコア331内を流れる磁束がフリー層380において収束され、磁束密度が高くなることにより、磁気抵抗効果素子350の再生感度を向上させることができる。

【0102】(実施の形態4)図4に、本発明の実施の形態4における磁気ヘッド500を示す。図4は、磁気ヘッド500の斜視図である。

【0103】磁気ヘッド500は、垂直記録媒体の記録用として用いられる単磁極型ヘッド構造である。磁気ヘッド500は、基板201上に設けられた磁気ヘッドコア430と、磁気ヘッドコア430に磁束を発生し、記録媒体116に信号を書き込むために設けられた巻き線440とを備える。磁気ヘッドコア430の記録媒体116と対向する領域410の膜厚方向402は、記録媒体116のトラック幅方向112(図5)と同一となるように基板201上に成膜されている。また、好ましく

は、領域410の膜厚は記録媒体116のトラック幅と同一である。

【0104】また、磁気ヘッド500の記録効率を向上させるために、磁気ヘッド500は、リターンヨーク部411を更に備えても良い。この場合、リターンヨーク部411は、磁気ヘッドコア430の構成要素の一部として、磁気ヘッドコア430と磁気的に接続されることが好ましい。

【0105】(実施の形態5)図5に、本発明の実施の形態5における記録再生装置600を示す。図5(a)は、記録再生装置600の側面図であり、図5(b)は、記録媒体116に設けられた磁性層117の断面図である。

【0106】図5(a)に示す記録再生装置600は、実施の形態1において示された磁気ヘッド100と、記録媒体116と、記録媒体116の磁気ヘッドギャップ120近傍の領域を加熱するために磁気ヘッド100と一体化して設けられたレーザー光集光部507と、磁気ヘッド100を支持するスライダ513とを備える。

【0107】図5(a)に示す記録再生装置600では、磁気ヘッドとして、実施の形態1において示された磁気ヘッド100が用いられているが、実施の形態2〜4に示された磁気ヘッド200、300、400および500が用いられても良い。記録媒体116は、好ましくはディスクまたはテープである。

【0108】レーザー光集光部507は、磁気ヘッド100に半球形状のSILレンズまたは回折光学素子(マイクロフレネルレンズ)等を貼り付けた構成であっても良い。

【0109】図5(a)に示すレーザー光集光部507は、磁気ヘッド100の基板101と兼用され、レーザー光源515からのレーザー光514に対して透明な材料が用いられている。ミラー511で反射したレーザー光514は、レーザー光集光部507に設けられた回折光学素子512(例えばマイクロフレネルレンズ)により、磁気ギャップ120近傍に集光される。このように、レーザー光集光部507と磁気ヘッド100の基板101構成とを兼用すれば、磁気ヘッド100とレーザー光集光部507との一体化が容易となる。

【0110】より具体的には、基板101として光学ガラスを用い、光学ガラスにマイクロフレネルレンズ加工した後、その表面にAg等の金属反射膜を設けることで、レーザー光集光部507が形成される。

【0111】上記のような方法で磁気ヘッド100とレーザー光集光部507が一体となった構成が可能なのは、本発明の磁気ヘッド100が膜厚方向102をトラック幅方向112と同一としているためである。そのことにより、基板101を上記のようにレーザー光集光部507と兼用することが可能となる。また、半球形状のSILレンズまたは回折光学素子等を磁気ヘッド100

に貼り付けたりすることが可能となる。このような構成は、従来の磁気ヘッドの膜厚方向がトラック幅方向と垂直な構成では幾何学的に不可能であり、図13や図14のように磁気ヘッドを2つ使用するか、レーザー光と磁気ヘッドを記録媒体の上下に配置しなければならなかった。

【0112】なお、図5(a)に示す記録再生装置600は、スライダ513を備えているが、基板101をスライダとして兼用しても良い。

【0113】また、レーザー光514は光ファイバを用いてレーザー光集光部507に導びかれても良い。

【0114】また、記録再生装置600において光磁気記録を行わず、磁気記録のみを行う場合は、レーザー光集光部507は備えていなくてもよい。

【0115】記録媒体116に設けられる磁性層117として、補償温度とキュリー温度を有する材料が用いられる。例えば、希土類金属と遷移金属より成る非晶質膜が磁性層117として用いられる。ただし一般的な光磁気記録とは異なり、磁性層117がカー(Kerr)効果を示す必要は全くない。

【0116】磁性層117は、単層膜である場合、レーザー光514が照射されない室温では保磁力が大きく、レーザー光514の照射により温度が上昇すると保磁力が低下する特性を有することが必要である。再生時にも必要であればレーザー光514を照射して磁気抵抗効果素子による読み取りを行うが、この場合は、レーザー光514の照射により温度が上昇すると、磁性層117の磁化が増加して記録媒体116からの漏れ磁界が大きくなる磁性層117を用いることが望ましい。

【0117】また、図5(b)に示すように、磁性層117を2層として、室温で保磁力が大きい記録用磁性層119と、これと磁気的に結合させた室温で磁化の大きな再生用磁性層118が設けられても良い。

【0118】以上の条件を満足するには、磁性層117が単層膜であれば、記録時に重要な補償温度が室温もしくは室温以上100℃以下にあり、かつ再生時に重要なキュリー温度が200〜300℃にある記録媒体用磁性膜を用いることが望ましい。

【0119】磁性層117を2層とする場合は、記録用磁性層119の補償点が室温以上100℃以下で、再生用磁性層118はレーザー照射時の温度で大きな磁化を示す比較的キュリー温度の高いものが望ましい。しかし、あまり再生用磁性層118のキュリー温度を高くしても、記録用磁性層119のキュリー温度が低いと意味がないので、両者の特性をバランス良く設定することが必要である。

【0120】具体的には、記録用磁性層119には室温での保磁力が大きく、補償点を室温以上100℃以下に設定可能なTbFe膜か、TbFe膜よりキュリー温度が高いTbFeCo膜等が望ましい。再生用磁性層11

8にはキュリー温度が高く、レーザー照射時に大きな磁化を示すGdFeCo膜等を用いることが望ましい。

【0121】また、磁性層117には、従来のFe、Co等の遷移金属を主成分とする磁性層、例えばCoCr、CoPt、CoCrPt、CoCrTa、CoTaCrPt、FePt等を主成分とする磁性層を用いても良い。

【0122】また、記録媒体116として、室温で記録可能な垂直記録媒体を用いれば、レーザー光514等のアシストが必要でなく、実施の形態1〜4に示された磁気ヘッド100、200および500のみで、情報の書き込みが可能である。

【0123】記録媒体116として、室温では容易に記録できない記録媒体を用いる場合は、レーザー光514等を照射して、記録媒体116の温度を上昇させ、その保磁力を低下させて記録を行う。上述の希土類非晶質材料と異なり、Fe、Co等の遷移金属を主成分とする磁性層は、室温でも、また、温度が上昇しても飽和磁化はある程度大きい。従って、室温でも、また、レーザー光照射時でも磁気抵抗効果素子により信号の再生が可能である。

【0124】本発明の磁気ヘッド100、200および500を用いてこれらの記録媒体に記録する際は、面内記録媒体よりも垂直記録媒体を用いる方が記録パターンのトラック幅方向のフリンジング（にじみ）が少なくより好ましい。

【0125】更に記録媒体として、図6に示すような、非磁性マトリックス601の中に設けられ、互いに磁気的に分離された均一な磁性膜微細ドット602より構成される記録媒体616を用いれば、よりフリンジングが少なく好ましいものとなる。

【0126】また、本発明に用いられる記録媒体としては、ランダムアクセスを可能とするにはディスク形状であることが望ましいが、ハードディスク等のバックアップ用のストリーマーには記録媒体にテープを用いることが望ましい。

【0127】本発明の記録再生装置に用いられる記録媒体としてテープを用いる場合にも、本発明の磁気ヘッドは極めて有効である。この場合、テープのトラック幅はディスク記録媒体よりも比較的大きいので、本発明の磁気ヘッド100、200、300、400および500に用いられる軟磁性膜の膜厚もそれに対応して厚くすれば良い。

【0128】従来のNiFeやGMR膜を用いたヨーク型MRヘッドでは、磁気抵抗効果素子をテープ媒体に近接して配置しないと再生効率が低下するが、磁気抵抗効果素子をテープに接触させると摩擦が大きくなり、磁気抵抗効果素子が摩耗してしまう課題があった。しかし、本発明の磁気ヘッドは再生効率が高いので、磁気抵抗効果素子を比較的テープ媒体から離して設けることが可能で、

なおかつ磁気ヘッドの再生効率がほとんど低下しない磁気ヘッドを実現することができる。

【0129】（実施の形態6）図7に、本発明の実施の形態6における記録再生装置700を示す。図7（a）は、記録再生装置700の斜視図であり、図7（b）は、記録再生装置700が備える副駆動手段750の斜視図である。

【0130】記録再生装置700は、磁気ヘッド710が備えられた副駆動手段750と、副駆動手段750を支持するスライダ713と、スライダ713を支持するアーム760と、アーム760を駆動する主駆動装置770と、記録媒体116と、信号処理装置780とを備える。

【0131】磁気ヘッド710として、実施の形態1〜4に示された磁気ヘッド100、200、300、400および500の何れかが用いられる。

【0132】また、磁気ヘッド710をトラッキングする主駆動装置770として、例えばリニア駆動機構が用いられる。

【0133】記録媒体116はディスク形状であり、矢印714の方向に回転する。

【0134】図7（b）に示すように、副駆動手段750は、駆動体730および740と、駆動体730および740により駆動される可動体720とを備え、磁気ヘッド710は、可動体720上に設けられている。

【0135】記録再生装置700においては、磁気ヘッド710と同一方向の構成面に、これを微動させる副駆動手段750を設けた構成としているため、磁気ヘッド710の製作プロセスと副駆動手段750の製作プロセスとを同一の基板面で行うことが可能となり、その製作は容易である。また、この場合は、磁気ヘッド710の基板と可動体720とが共有されることが好ましい。同様に、図5に示すようなレーザー光集光部507と可動体720とが共有されても良い。

【0136】記録再生装置700においては、駆動体730および740、可動体720は薄膜で構成されており、薄膜の厚み方向のたわみを利用して磁気ヘッド710を容易にそのトラッキング方向に駆動することができる。

【0137】さらに、図7（b）に示すように、駆動体730および740を複数設けることにより磁気ヘッド710を記録媒体116のトラック幅方向と垂直な方向712にも微動させることができ、磁気ヘッド710と記録媒体116との間隔を制御することもできる。駆動体730および740は、圧電方式、静電方式または電磁方式のいずれかで構成される。とくに、駆動体730および740として、薄膜よりなる圧電体を用いた場合は、低電圧駆動でかつ高い分解能で磁気ヘッド710のトラッキングを行うことができる。

【0138】記録再生装置700においては、磁気ヘッ

ド710をそれぞれ備えた複数のスライダ713が、ほぼ等間隔に配置されている。主駆動装置770により駆動すべき範囲は、この配置間隔の距離となる。複数の磁気ヘッド710を備えることにより、主駆動装置770と副駆動手段750との駆動距離のダイナミックレンジを下げることができ、nmオーダを要求されるトラッキング精度を確保することが容易となる。また、複数の磁気ヘッド710を連携して記録再生させることにより、記録再生の高速化や高信頼化を実現することができる。

【0139】(実施の形態7)本発明の実施の形態7として、実施の形態1で示した磁気ヘッド100の作製方法を示す。

【0140】図1を参照して、基板101として光学ガラス基板を用い、基板101上にスパッタリングで $\text{CoNbZr}/\text{NiFe}/\text{CoFe}$ の積層膜を成膜し、パターンニングして磁気ヘッドコア130の下部と磁気ギャップ120を作製した。この時磁気ヘッドコア130の膜厚を $0.08\mu\text{m}$ 、磁気ギャップ120の長さを $0.08\mu\text{m}$ とした。

【0141】次にA1を、磁気ヘッドコア130上にスパッタリングで成膜し、これをプラズマ酸化して Al_2O_3 膜とし、更にこの上にスパッタリングにより CoFe/IrMn 積層膜を成膜した。これらをパターンニングして Al_2O_3 より成る絶縁層185と CoFe/IrMn より成るピン層190を形成した。

【0142】次にAu膜を、磁気ヘッドコア130上およびピン層190上にスパッタリングで成膜した後、パターンニングしてリード部160および161を作製した。磁気ヘッドコア130上を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、Au膜を成膜し、パターンニングして巻き線140を作製し、更にこの上に Al_2O_3 絶縁膜を設けた。この Al_2O_3 絶縁膜にスルーホールを開けた後、 CoNbZr をスパッタして磁気ヘッドコア130上部を形成し、上記で作製した $\text{CoNbZr}/\text{NiFe}/\text{CoFe}$ より成る磁気ヘッドコア130下部と磁気ヘッドコア130上部とが接合されることにより、磁気ヘッドコア130全体が形成される。

【0143】更に、磁気ヘッド100の構成要素表面全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、機械加工で平坦化した。

【0144】次に、図5に示したレーザー光集光部507を、光学ガラス基板である基板101上に作製した。

【0145】レーザー光集光部507は、基板101裏面にレジストを付け、ステッパを用いたホトリソグラフィによる加工を施し、基板101に回折光学素子512としてマイクロフレネルレンズを形成し、その後その表面にAg膜の金属反射膜を設けて作製した。

【0146】次に、図5に示した記録媒体116の作製方法を示す。

【0147】ディスク基板上に補償点が約 60°C のTb

FeCo と、キュリー温度が約 280°C の GdFeCo の積層膜より成る $\text{TbFeCo}/\text{GdFeCo}$ を順次スパッタリングで成膜し、記録媒体116の磁性層117を形成した。

【0148】以上のようなプロセスで作製した磁気ヘッド100および記録媒体116を備えた記録再生装置の動作試験を行った。

【0149】レーザー光源には波長 680nm の市販品を用い、記録媒体116にレーザー光514を照射しながら、磁気ヘッド100により記録媒体116に信号の記録を行った。

【0150】次に、MFMにより記録媒体116の記録パターンを観察し、最高でトラック幅約 $0.08\mu\text{m}$ 、ビット長約 $0.05\mu\text{m}$ の記録が出来るのを確認した。

【0151】次に、レーザー光514を記録媒体116に照射しながら磁気抵抗効果素子150により読み出しを行い、上記記録された信号の読み出しが可能なことを確認した。

【0152】上記で示した記録再生装置の記録密度は、従来のトラック幅約 $0.8\mu\text{m}$ 、ビット長 $0.1\mu\text{m}$ の記録密度を大幅に上回り、 $100\text{Gb}/\text{inch}^2$ 以上の超高密度記録を可能とするものである。

【0153】(実施の形態8)本発明の実施の形態8として、実施の形態2で示した磁気ヘッド200および300の作製方法を示す。

【0154】図2を参照して、基板201としてシリコン基板を用い、基板201上の磁気ヘッド200の磁気ヘッドコア230が形成される位置に、スパッタリングでAu膜をパターンニングした。更にAu膜上に Al_2O_3 絶縁膜を成膜して、磁気ヘッド200の巻き線240の下部を形成した。

【0155】磁気ヘッド200の磁気ヘッドコア230には FeTaN 膜を、磁気ヘッド300の磁気ヘッドコア231には $\text{CoNbZr}/\text{NiFe}/\text{CoFe}$ の積層膜を成膜し、パターンニングして磁気ヘッドコア230、231および磁気ギャップ220、221を作製した。この時、トラック幅となる磁気ヘッドコア230および231の領域(210、211、213および214)の膜厚を $0.1\mu\text{m}$ 、磁気ギャップ220の長さを $0.10\mu\text{m}$ 、磁気ギャップ221の長さを $0.08\mu\text{m}$ とした。また、磁気ヘッドコア230の巻線240周辺領域の最大の膜厚を $1\mu\text{m}$ とした。

【0156】次に、磁気ヘッドコア231上にA1をスパッタリングで成膜し、これをプラズマ酸化して Al_2O_3 膜とし、絶縁層285を形成した。更に、この上にスパッタリングにより CoFe/PtMn 積層膜を成膜し、これらをパターンニングしてピン層290を形成し、磁気抵抗効果素子250を作製した。

【0157】次に、スパッタリングで磁気ヘッドコア231上およびピン層290上にPt膜を成膜した後パタ

ーニングして、磁気抵抗効果素子250に接続されるリード部260と磁気ヘッドコア231に接続されるリード部261を形成した。更に磁気ヘッド300の構成要素全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、機械加工で平坦化することにより、磁気ヘッド300が作製された。

【0158】一方、磁気ヘッド200は、磁気ヘッドコア230全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、その上にAu膜を成膜しこれをパターニングして、前もって作製しておいた上述の巻き線240下部と接合して巻き線240を完成させた。

【0159】更に、磁気ヘッド300の構成要素全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、機械加工で平坦化することにより、磁気ヘッド300が作製された。

【0160】ここで述べた巻き線240の形成法は色々あるが、図8にその一例を示す。

【0161】図8(a)に示すように、基板(図示せず)上にAu等の導電膜を成膜後、パターニングして巻き線下部241を形成する。

【0162】次に、図8(b)に示すように、この上に Al_2O_3 等の絶縁膜(図示せず)を成膜した後、磁気ヘッドコア部230(点線部分)を成膜する。更に、 Al_2O_3 等の絶縁膜で磁気ヘッドコア部230を絶縁コーティングし、絶縁膜235で覆われた230を形成する。

【0163】次に、図8(c)に示すように、絶縁膜235上にAu等の導電膜を成膜してパターニングし、巻き線上部242を形成し、巻き線下部241と巻き線上部242とが接合されることにより巻き線240が形成される。

【0164】図9に示すような、上記のようにして作製した磁気ヘッド200および300を支持するスライダ813と、 $CoCrPt$ の磁性層117を有するディスク形状の記録媒体116と、サーボ部870と、信号処理部880とを備えた記録再生装置800を作製し、動作試験を行った。

【0165】磁気ヘッド200により、記録媒体116にトラック幅約0.1 μm 、ビット長約0.05 μm の記録を行ない、MFMにより所望の記録パターンが記録されているのを確認した。

【0166】その後、磁気ヘッド300により記録された信号の読み出しを行い、記録ビット長0.05 μm に対応する明確な再生波形が観測された。これにより100Gb/inch²級の超高密度記録が可能となることわかった。

【0167】また、磁気ヘッド200および300は同時に作製される必要は無く、それぞれ別々の基板に単独で作製されても良い。

【0168】また、上記の方法で作製された磁気ヘッド300をストリーマーに搭載してテープ記録媒体からの信号再生試験を1000時間行ったが、全く再生機能の

劣化が無いことが分かった。

【0169】(実施の形態9)本発明の実施の形態9として、実施の形態4で示した磁気ヘッド500の作製方法を示す。

【0170】以下に述べる磁気ヘッド500の作製ステップにおいては、磁気ヘッド300が同時に作製されることが好ましいが、ここでは、磁気ヘッド500の作製方法を明確に示すために、同時に作製される磁気ヘッド300の作製ステップの記述を省略した。なお、磁気ヘッド300は、上記の実施の形態8に示した作製ステップと同様のステップで作製され得る。

【0171】以下に磁気ヘッド500の作製ステップを示す。

【0172】図4を参照して、基板201として光学ガラス基板を用い、基板201上の磁気ヘッドコア430が設けられる位置にスパッタリングでAuをパターニングし、更にその上に Al_2O_3 絶縁膜を成膜し、巻き線440の下部を形成した。

【0173】次に、FeTa_xN膜を磁気ヘッドコア430およびリターンヨーク部411として成膜し、パターニングして磁気ヘッドコア430を形成した。

【0174】次に、磁気ヘッドコア430全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後、その上にAu膜を成膜し、これをパターニングして巻き線440の上部を形成した。この巻き線440の上部と巻き線440の下部とが接合されることにより巻き線440が形成される。

【0175】更に全体を Al_2O_3 絶縁膜でコーティングした後機械加工で平坦化し、磁気ヘッド500が作製された。巻き線440の作製ステップの詳細は実施の形態8と同様である。

【0176】また、磁気ヘッドコア430のトラック幅となる領域410の膜厚を0.08 μm とし、磁気ヘッドコア430の巻き線440周囲の膜厚を最大1 μm とした。

【0177】また、磁気ヘッド500と同時に製作される磁気ヘッド300のトラック幅、即ち軟磁性膜213および214の膜厚を0.07 μm とした。

【0178】実施の形態8と同様に、上記のようにして作製した磁気ヘッド500および300を備えた記録再生装置800(図9)を作製し、動作試験を行った。本実施の形態では記録媒体116として、Cを主成分とする非磁性マトリックス内にドットサイズが約5nmのFePt膜を分散させた図6に示すような構造のディスク形状の記録媒体を用いた。

【0179】磁気ヘッド500により、トラック幅約0.08 μm 、ビット長約0.05 μm の記録を行ない、MFMにより所望の記録パターンが記録されていることを確認した。

【0180】次に、磁気ヘッド500により記録された信号の読み出しを試みたところ、ビット長0.05 μm

に対応する明確な再生波形が観測された。これにより100Gb/inch²級の超高密度記録が可能となることがわかった。

【0181】(実施の形態10)本発明の実施の形態10として、実施の形態6で示した副駆動手段750の作製方法を示す。

【0182】図7を参照して、スライダ713としてシリコン基板を用い、プラズマCVDにてスライダ713上に犠牲層となる2μmの厚さの非晶質シリコン膜を形成し、その上に副駆動手段750の可動部720となる2.5μmの厚さの結晶質シリコン膜を形成した。

【0183】次に、駆動体730および740となる2.5μmの厚さのPZT圧電膜および0.1μmの厚さの上下電極膜Pをスパッタリングおよび蒸着で形成し、パターニングを行い副駆動部750を作製した。

【0184】その後、磁気ヘッド710を、上述した作製方法で作製した。

【0185】最後に、上記犠牲層をエッチング除去することにより可動体720を可動な構造とした。

【0186】このように、磁気ヘッド710の基板と同一の面方向の構成面に、磁気ヘッド710を微動させる副駆動手段750を設けた構成としているため、磁気ヘッド710の作製プロセスと副駆動手段750の作製プロセスとを連続して行うことができる。また、上述のように磁気ヘッド710の基板と可動体720と共有する構成とすると、作製プロセスは、更に簡単になる。

【0187】本実施の形態では、駆動体730および740として圧電材料が用いられている。この場合、圧電膜である駆動体730および740の膜厚方向のたわみにより磁気ヘッド710をトラッキング方向に駆動させることができる。駆動試験においては、駆動体730および740に±5Vの電圧を印加することで、トラッキングに必要とされる約1μmの変位が得られた。また、nmオーダーの変位も印加電圧の制御により可能なことがわかった。

【0188】(実施の形態11)図10に、本発明の実施の形態11における磁気ヘッド900を示す。図10は、磁気ヘッド900の斜視図である。

【0189】磁気ヘッド900は、基板901上に設けられ磁気ギャップ920を有する磁気ヘッドコア930と、磁気ヘッドコア930上に設けられた磁気抵抗効果素子950および951と、巻線940とを備える。磁気ヘッド900が再生専用に使われる場合は、巻線940は備えていなくても良い。磁気抵抗効果素子950および951の構造の詳細な説明は、本実施の形態の説明の簡便化のために省略するが、垂直電流型磁気抵抗素子構造のTMR素子あるいはGMR素子であり、好ましくは実施の形態1で示した磁気抵抗効果素子150と同一の構造である。

【0190】本実施の形態では、磁気ヘッド900に磁

気抵抗効果素子が2つ備えられている。

【0191】本実施の形態では、少なくとも2つの磁気抵抗効果素子950および951が、1つの磁気ヘッドコア930上に配置されている。図10に示されるように、2つの磁気抵抗効果素子950および951が磁気ギャップ920に対して対称の位置に配置されることにより、外部から導入された信号磁界を大きさが同じで方向が逆の信号磁界として、2つの磁気抵抗効果素子950および951にそれぞれ感知させることができる。この場合、これら2つの磁気抵抗効果素子950および951の出力は同じで、その位相が反対となる。従って、磁気抵抗効果素子950および951の出力の差を全体の出力とすれば、出力される信号の大きさは1つの磁気抵抗効果素子のときの2倍になる。また、感知されるノイズ成分は、位相が反対であるのでキャンセルされ、良好なS/N比を得ることができる。

【0192】このように、2つ以上の磁気抵抗効果素子が信号磁界を感知することにより、熱ノイズや非対称課題などを緩和することができる。

【0193】

【発明の効果】上述のように、本発明によれば、信号の記録再生に用いられる磁気ヘッドにおいて、磁気ヘッドコアを構成する軟磁性膜の膜厚方向を記録媒体のトラック幅方向と同じにすることにより、従来では困難であった磁気ヘッドにおける0.1μm以下のトラック幅加工も容易に実現することができる。

【0194】また、本発明によれば、信号の記録再生に用いられる磁気ヘッドにおいて、磁気ヘッドコアを構成する軟磁性膜を、磁気ヘッドコアおよび磁気抵抗効果素子のフリー層として共有することにより、磁気抵抗効果素子のフリー層へ効率よく信号磁束を導くことが可能となる。

【0195】本発明によれば、従来のHDDや光磁気ディスクでは不可能である100Gb/inch²級の超高密度記録を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の実施の形態1における磁気ヘッドの斜視図、(b)はその上面図

【図2】本発明の実施の形態2における磁気ヘッドの斜視図

【図3】本発明の実施の形態3における磁気ヘッドの斜視図

【図4】本発明の実施の形態4における磁気ヘッドの斜視図

【図5】(a)は本発明の実施の形態5における記録再生装置の断面図、(b)は記録媒体の一例の断面図

【図6】本発明の実施の形態5の一例である記録媒体の斜視図

【図7】(a)は、本発明の実施の形態6における記録再生装置の斜視図、(b)は副駆動手段の斜視図

【図8】本発明の実施の形態8における磁気ヘッド作製プロセスの一例を示す上面図

【図9】本発明の実施の形態8および9における記録再生装置の斜視図

【図10】本発明の実施の形態11における磁気ヘッドの斜視図

【図11】従来のHDDを示す断面図

【図12】従来の光磁気ディスク装置を示す断面図

【図13】従来の記録再生装置の断面図

【図14】従来の記録再生装置の断面図

【符号の説明】

100 磁気ヘッド

102 膜厚方向

110、111 軟磁性膜

112 トラック幅方向

116 記録媒体

117 磁性層

120 磁気ギャップ

130 磁気ヘッドコア

140 巻き線

150 磁気抵抗効果素子

160、161 リード部

180 フリー層

185 絶縁層

10 190 ビン層

507 レーザー光集光部

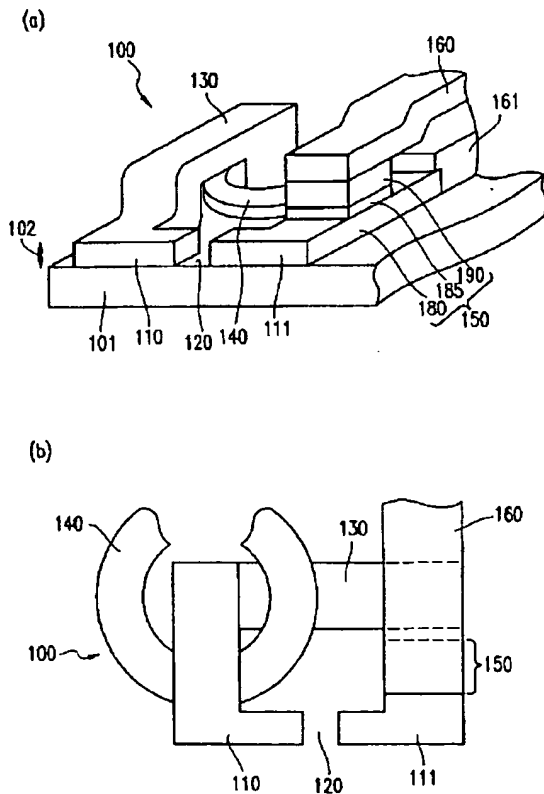
511 ミラー部

512 回折光学素子

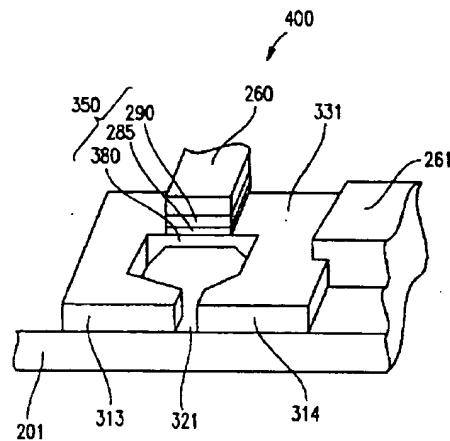
513 スライダ

514 レーザー光

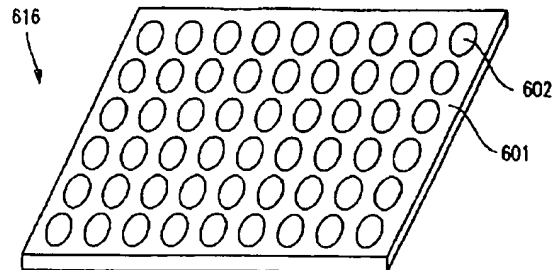
【図1】



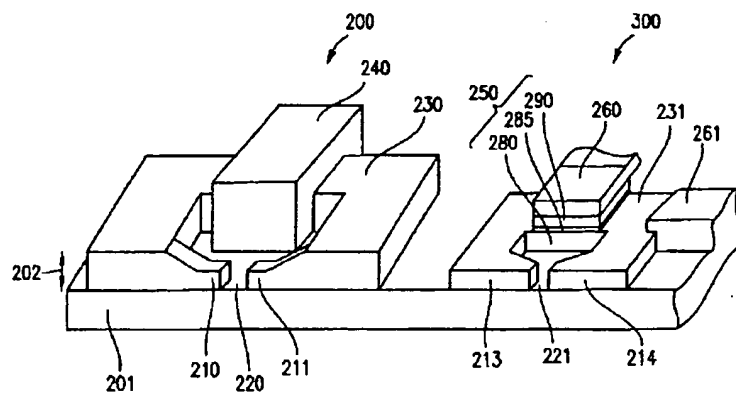
【図3】



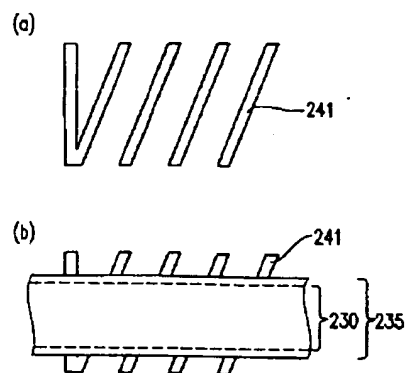
【図6】



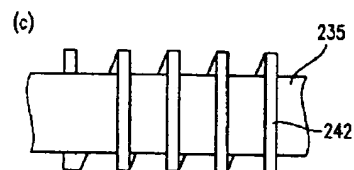
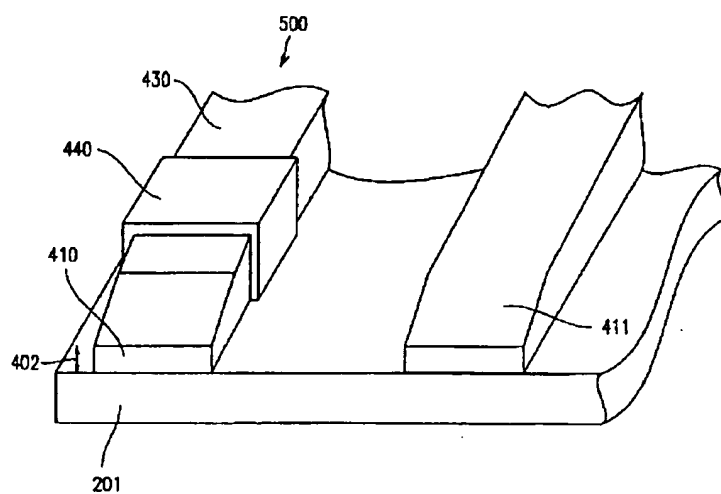
【図2】



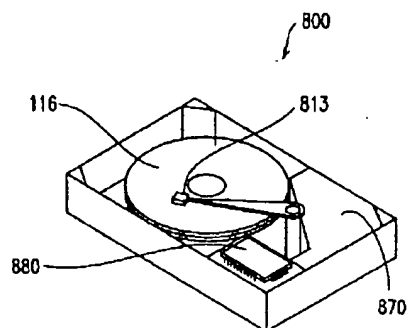
【図8】



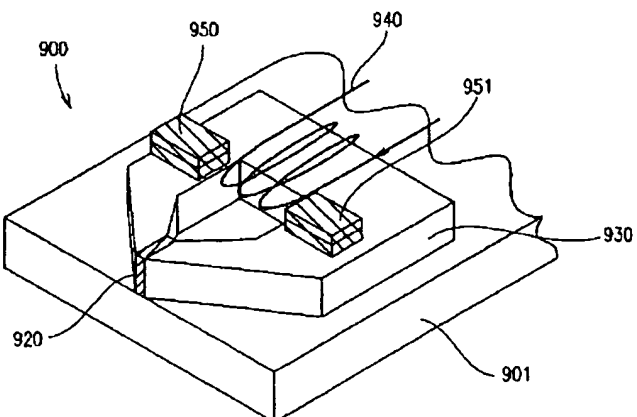
【図4】



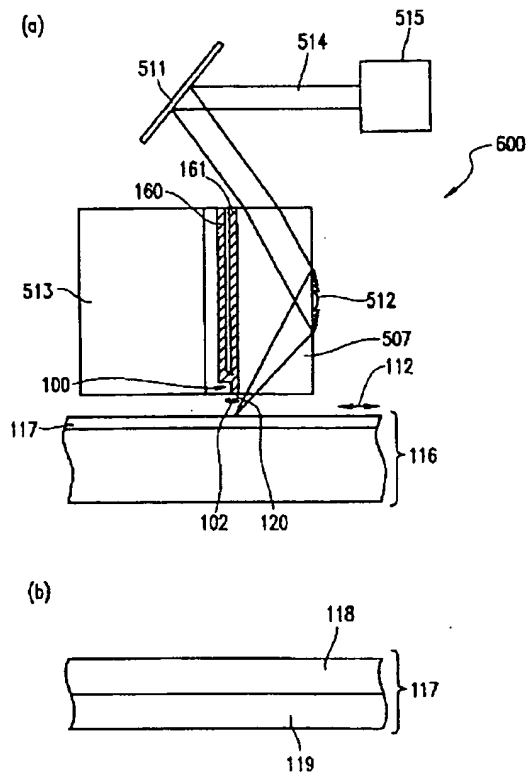
【図9】



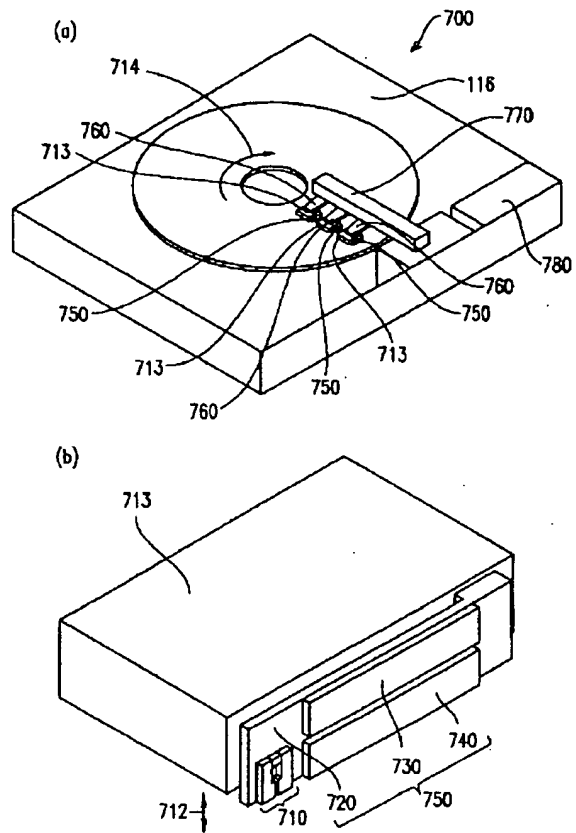
【図10】



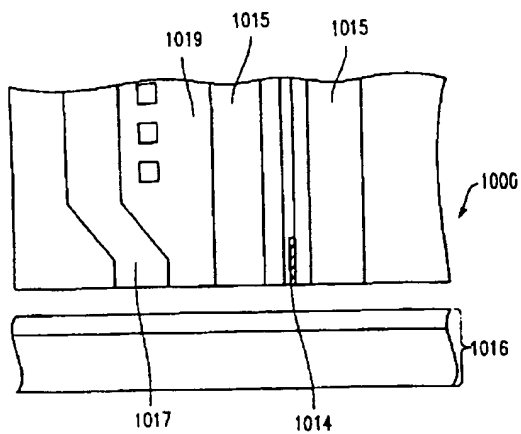
【図5】



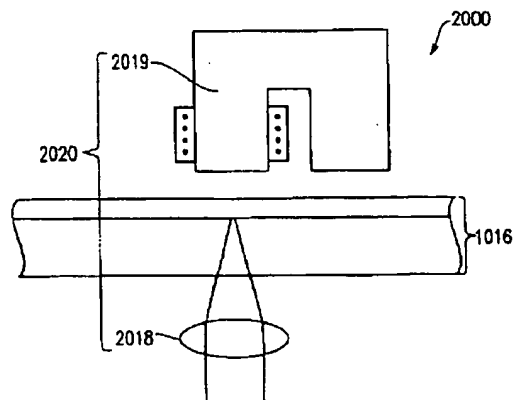
【図7】



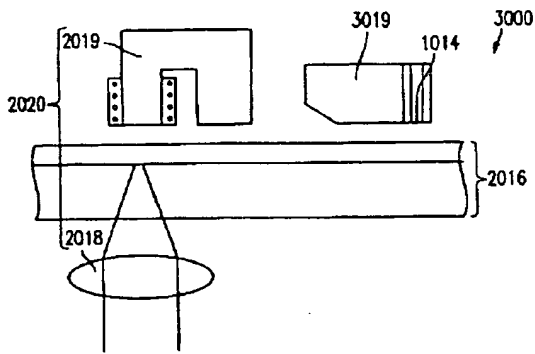
【図11】



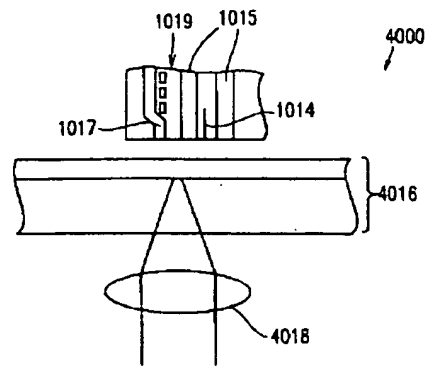
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

メモコード(参考)

G 1 1 B 5/66

G 1 1 B 5/66

11/10

5 0 2

11/10

5 0 2 Z

11/105

5 5 1

11/105

5 5 1 A

(72)発明者 横山 和夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 平本 雅祥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5D006 BB01 BB02 BB05 EA03 FA09

5D033 AA01 AA02 BA12 BB43

5D034 AA02 BA05 BA18 BB12 CA08

5D075 AA03 CD17 CD18